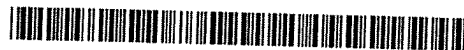


(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
17 juillet 2003 (17.07.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 03/058320 A1

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : G02B 27/01

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR03/00072

(22) Date de dépôt international :

10 janvier 2003 (10.01.2003)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

02/00303

11 janvier 2002 (11.01.2002) FR

(71) Déposants : **ESSILOR INTERNATIONAL** Compagnie  
Générale d'Optique [FR/FR]; 147, rue de Paris, F-94220  
Charenton le Pont (FR). **THE MICROOPTICAL COR-**  
**PORATION** [US/US]; 33 Southwest Park, Westwood, MA  
02090 (US).

(72) Inventeurs: **MOLITON, Renaud**; 105, rue de Lourmel,  
F-75015 Paris (FR). **ZAVRACKY, Paul**; 25 Beech Street,  
Norwood, MA 02062 (US).

(74) Mandataires : **DESROUSSEAUX, Grégoire** etc.; Cabi-  
net Hirsch, 34, rue de Bassano, F-75008 Paris (FR).

(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,  
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,  
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,  
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,  
MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,  
SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN,  
YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE,  
LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet  
eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet  
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,  
FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR),  
brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,  
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

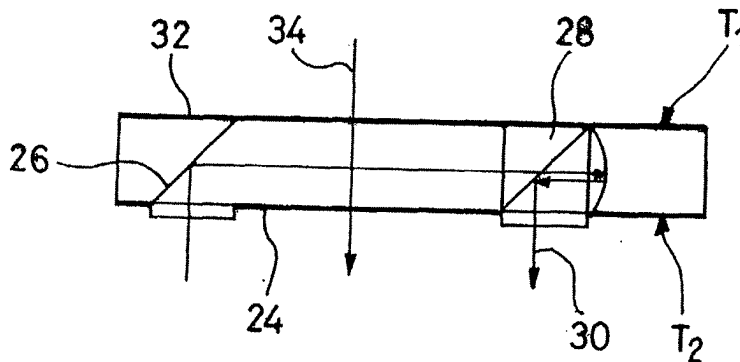
Publiée :

— avec rapport de recherche internationale  
— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des  
revendications, sera republiée si des modifications sont  
reques

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrégia-  
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et  
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de  
la Gazette du PCT.

(54) Title: OPHTHALMIC LENS WITH A PROJECTION INSERT

(54) Titre : LENTILLE OPHTALMIQUE PRESENTANT UN INSERT DE PROJECTION



(57) Abstract: The invention relates to an ophthalmic lens comprising inserts (26, 28) projecting an image towards the user's eye. At least one surface of the inventive lens is treated so as to dim the light reflecting from the inside of the lens on the treated surface. By treating the surfaces, the parasitic images generated when the beams projected on the surfaces of the lens are reflected are dimmed.

(57) Abrégé : L'invention concerne une lentille ophtalmique, qui contient des inserts (26, 28) de réflexion sur la surface traitée depuis l'intérieur de la lentille. Le traitement des surfaces permet d'atténuer les images parasites formées par réflexion des rayons projetés sur les surfaces de la lentille.

WO 03/058320 A1

## LENTILLE OPHTALMIQUE PRÉSENTANT UN INSERT DE PROJECTION

5 La présente invention concerne les lentilles ophtalmiques présentant des inserts de projection d'une image vers l'utilisateur, et plus spécifiquement l'atténuation des images parasites dans une telle lentille.

10 Les brevets US-A-5 886 822 et US-B-6 204 974 décrivent des systèmes de combinaison d'images pour lunettes ou masques; une image est projetée vers l'œil du porteur, par un chemin optique ménagé dans la lentille; dans ces brevets comme dans la présente description, on appelle "lentille" le système optique contenant les inserts, qui peut notamment être destiné à être monté dans une monture de lunettes ou dans un masque. Dans un mode de réalisation, ce chemin optique est défini par des inserts  
15 montés dans l'épaisseur de la lentille; les inserts proposés dans ces brevets comprennent des miroirs, des lames semi-réfléchissantes, des cubes séparateurs de polarisation, des lames quart d'onde, des lentilles, des miroirs, des lentilles réfléchissantes concaves (un miroir de Mangin, par exemple) des lentilles diffractives et/ou des composants holographiques. Il est proposé de monter ces inserts dans la lentille dans un moulage par injection, ou encore d'usiner les inserts et de les  
20 assembler avec les autres éléments de la lentille.

Dans l'exemple de la figure 4 de US-A-5 886 822, la lentille est formée par montage d'un insert en forme de cube entre deux plaques de verre ou de plastique. Un premier polariseur est disposé autour de l'insert entre les deux plaques de verre; l'insert est conçu de façon à transmettre la polarisation suivant la même direction que  
25 le premier polariseur; un deuxième polariseur est monté rotatif sur un support devant la plaque de verre éloignée de l'œil de l'utilisateur. Cette lentille permet à l'utilisateur de voir à la fois la lumière projetée à travers l'insert et la lumière provenant de la scène ambiante, qui passe autour de l'insert et à travers celui-ci. Cette lumière ambiante traverse les deux polariseurs ou le deuxième polariseur et l'insert. La  
30 rotation du deuxième polariseur permet à l'utilisateur de régler l'équilibre entre l'image projetée et l'image ambiante. Dans l'exemple de la figure 8, il est proposé d'utiliser un panneau à cristal liquide et un capteur pour compenser ou équilibrer automatiquement les brillances relatives de l'image projetée et de l'image ambiante. Il est aussi proposé dans ce document (col. 11 ligne 51) d'utiliser des matériaux  
35 photochromiques pour contrôler la lumière ambiante. Aucune précision n'est donnée sur l'usage de tels matériaux. Enfin, ce document suggère aussi de masquer la présence des inserts par des films polariseurs, photochromiques, teintés ou

réfléchissants, comme pour les verres solaires; ces films ne sont utilisés qu'à des fins esthétiques.

L'invention repose sur la découverte d'un problème d'images parasites, dans les lentilles présentant des inserts. La figure 1 montre, à titre d'exemple, une lentille dans laquelle ce problème se pose. Elle montre un schéma de principe d'une lentille du genre proposé à la figure 7 du brevet US-A-5 886 822. La lentille ophtalmique 2 est un système optique formé d'un matériau 4, dans lequel est disposé un insert 6; l'insert 6 renvoie, à travers une lentille de focalisation 8 vers l'œil 10 de l'utilisateur la lumière provenant d'une source 12; la lumière provenant de la source 12 est injectée dans l'épaisseur de la lentille ophtalmique à travers une lentille de focalisation 14 disposée à la périphérie de la lentille ophtalmique. La lumière provenant de l'environnement extérieur traverse l'insert 6 et la lentille de focalisation 8 et parvient aussi à l'œil de l'utilisateur. Celui-ci peut donc voir à la fois l'image provenant de la source 12 et l'environnement extérieur.

L'image provenant de la source est projetée depuis la lentille de focalisation vers l'insert, et est transmise par l'insert vers l'œil de l'utilisateur. Il est toutefois possible que la lumière provenant de la source soit réfléchiée sur la paroi avant 15 de la lentille, et forme ainsi une image parasite, qualifiée dans la suite d'image avant ou image parasite avant. Il est encore possible que la lumière provenant de la source soit réfléchiée sur la paroi arrière 16 de la lentille et forme ainsi une autre image parasite, qualifiée dans la suite d'image arrière ou image parasite arrière. Les traits discontinus sur la figure 1 symbolisent la propagation de l'image directe, et des images réfléchies sur les parois avant et arrière de la lentille.

La figure 2 montre schématiquement les images projetées, telles que l'utilisateur les voit. L'image 18 est l'image projetée directement de la lentille de focalisation vers l'insert; les images 20 et 22 sont les images parasites projetées après réflexions respectives sur les faces avant et arrière de la lentille. Ces images parasites peuvent présenter une brillance proche de celle de l'image principale. De fait, compte tenu des angles de réflexion proposés dans l'exemple, la réflexion est une réflexion totale.

Il existe donc un besoin d'une lentille présentant des inserts, dans laquelle les images parasites seraient atténuées ou supprimées.

US-A-6 124 997 décrit un appareil d'affichage d'images, qui utilise comme système optique un prisme modifié. Les images à afficher sont appliquées sur une première surface du prisme par un dispositif d'affichage. Elles se réfléchissent sur la troisième surface du prisme, puis sur la deuxième surface avant de traverser la troisième surface pour arriver à l'œil de l'utilisateur. La deuxième surface du prisme est munie d'un revêtement réfléchissant et par endroit, d'un revêtement noir

absorbant. Cet appareil ne comprend pas d'insert qui reçoit une lumière se propageant dans la lentille et renvoie cette lumière vers l'œil de l'utilisateur.

En conséquence, dans un mode de réalisation, l'invention propose une lentille ophtalmique présentant au moins un insert de projection vers l'œil de l'utilisateur  
5 adapté à recevoir une lumière se propageant dans la lentille, la lentille présentant sur au moins une surface un traitement atténuant la lumière se réfléchissant sur la dite surface depuis l'intérieur de la lentille.

Selon une variante, le traitement s'étend sur la surface de la lentille opposée à l'utilisateur.

10 Selon une autre variante, le traitement s'étend sur la surface de la lentille dirigée vers l'utilisateur.

Selon encore une variante, le traitement ne s'étend pas sur la partie de la surface de la lentille par laquelle la lumière provenant de l'insert est projetée vers l'utilisateur.

15 Selon encore une autre variante, la lentille présente un insert de réception adapté à recevoir une lumière provenant de l'extérieur de la lentille pour la projeter vers l'insert de projection.

On peut encore prévoir que le traitement ne s'étend pas sur la partie de la surface de la lentille par laquelle la lumière provenant de l'extérieur de la lentille  
20 pénètre dans la lentille.

Selon une variante, le traitement est un traitement de pigmentation de la lentille au voisinage de sa surface.

Selon encore une variante, le traitement de pigmentation s'effectue sur une profondeur inférieure à 50  $\mu\text{m}$  à partir de la surface.

25 Selon encore une variante, le traitement de pigmentation s'effectue sur une profondeur de 10 à 50  $\mu\text{m}$  à partir de la surface.

Selon une autre variante, le traitement est une couche additionnelle apportée sur la surface.

Selon encore une autre variante, la couche additionnelle est colorée.

30 L'invention a également pour objet un procédé pour diminuer l'intensité relative des images parasites dans une lentille ophtalmique présentant au moins un insert de projection vers l'œil de l'utilisateur adapté à recevoir une lumière se propageant dans la lentille, le procédé comprenant l'application sur au moins une surface de la lentille d'un traitement atténuant la lumière se réfléchissant sur la dite  
35 surface depuis l'intérieur de la lentille.

Selon une variante, l'application s'effectue sur la surface de la lentille opposée à l'utilisateur.

Selon une autre variante, l'application s'effectue sur la surface de la lentille dirigée vers l'utilisateur.

Selon encore une variante, l'application ne s'effectue pas sur la partie de la surface de la lentille par laquelle la lumière provenant de l'insert est projetée vers l'utilisateur.

Selon encore une autre variante, le procédé comprend avant l'étape d'application une étape de masquage de la partie de la surface de la lentille par laquelle la lumière provenant de l'insert est projetée vers l'utilisateur.

On prévoit encore que le procédé comprend après l'étape d'application une étape de démasquage de la partie de la surface de la lentille par laquelle la lumière provenant de l'insert est projetée vers l'utilisateur.

Selon une variante, la lentille présente un insert de réception adapté à recevoir une lumière provenant de l'extérieur de la lentille pour la projeter vers l'insert de projection et que l'application ne s'effectue pas sur la partie de la surface de la lentille par laquelle la lumière provenant de l'extérieur de la lentille pénètre dans la lentille.

Selon encore une variante, le procédé comprend avant l'étape d'application une étape de masquage de la partie de la surface de la lentille par laquelle la lumière provenant de l'extérieur de la lentille pénètre dans la lentille.

Selon une autre variante, le procédé comprend après l'étape d'application une étape de démasquage de la partie de la surface de la lentille par laquelle la lumière provenant de l'extérieur de la lentille pénètre dans la lentille.

Selon encore une autre variante, le traitement est un traitement de pigmentation de la lentille au voisinage de sa surface.

On prévoit encore que le traitement de pigmentation s'effectue sur une profondeur inférieure à 50  $\mu\text{m}$  à partir de la surface.

Selon une variante, le traitement de pigmentation s'effectue sur une profondeur de 10 à 50  $\mu\text{m}$  à partir de la surface.

Selon encore une variante, le traitement de pigmentation s'effectue par immersion de la lentille dans un bain de pigment.

Selon une autre variante, l'étape d'application du traitement comprend l'application d'une couche additionnelle.

Selon encore une autre variante, la couche additionnelle est colorée.

On prévoit encore que le traitement de surface est appliqué à une surface de l'insert et que le procédé comprend en outre l'étape de montage de l'insert sur la lentille.

Selon une variante, le procédé comprend en outre une étape ultérieure de masquage des surfaces de l'insert traitées, le traitement de surface étant ensuite appliqué à la lentille.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit des modes de réalisation de l'invention, donnés à titre d'exemple uniquement et en références aux dessins qui montrent :

- figure 1, un schéma de principe d'une lentille de l'état de la technique présentant des inserts;
- figure 2, un schéma de principe de l'image projetée et des images parasites dans la lentille de la figure 1;
- figure 3, une vue en coupe d'un premier mode de réalisation de l'invention;
- figure 4, une vue similaire à celle de la figure 3, montrant le trajet de la lumière générant les images parasites;
- figure 5, une vue à plus grande échelle d'une partie de la figure 3, montrant la réflexion sur les surfaces de la lentille.

L'invention permet de fournir une solution au problème des images parasites, dans une lentille présentant des inserts. Elle s'applique bien entendu à d'autres types de lentilles que celle proposée à titre d'exemple dans la figure 1. Ainsi, elle s'applique notamment à toute lentille présentant des inserts et dans laquelle la lumière incidente sur l'insert se propage dans l'épaisseur de la lentille. Un exemple est donné à la figure 8 de US-A-5 886 822, dans laquelle la source est disposée du même côté de la lentille que l'œil de l'utilisateur et dans laquelle l'image est injectée dans la lentille à l'aide d'un insert du même type que l'insert 6. Plus généralement, l'invention trouve à s'appliquer dès lors que la lumière projetée vers l'utilisateur se réfléchit sur une des surfaces de la lentille avant d'atteindre l'insert projetant l'image vers l'utilisateur.

L'invention propose, pour diminuer la brillance des images parasites, de prévoir sur au moins une surface de la lentille un traitement absorbant ou atténuant. Ce traitement a pour effet d'atténuer les rayons de la lumière se réfléchissant sur les surfaces de la lentille, depuis l'intérieur de la lentille. Les rayons formant les images parasites par réflexion sur la ou les surfaces de la lentille sont donc atténués par rapport aux rayons formant l'image principale; en effet, ces derniers se propagent dans la lentille, et pas au voisinage de ses surfaces.

La figure 3 est une vue en coupe d'un premier mode de réalisation de l'invention. Dans ce mode de réalisation, la source de l'image projetée est du même côté de la lentille que l'œil de l'utilisateur. La lumière projetée par la source pénètre en traversant la surface arrière 24 de la lentille dans un premier insert 26. Elle y est réfléchie suivant une direction de propagation parallèle au plan de la lentille, vers un deuxième insert 28. Le deuxième insert reçoit la lumière provenant du premier insert, et la transmet vers l'œil de l'utilisateur. Sur la figure, la référence 30 indique le trajet d'un rayon lumineux provenant de la source. Par ailleurs, la lumière ambiante traverse la surface avant 32 de la lentille, la surface arrière de la lentille et arrive à

l'œil de l'utilisateur. La référence 34 sur la figure indique le trajet d'un rayon de la lumière ambiante.

La figure 3 montre encore, en gras sur la figure, que la surface avant de la lentille est traitée en surface. Le traitement a pour effet d'absorber une partie de la lumière qui le traverse, et est appliqué à la surface de la lentille, ou sur une faible épaisseur dans le matériau; on entend ici par faible épaisseur des distances de l'ordre de quelques micromètres, de préférence inférieures à 50µm, par exemple comprises entre 10 et 50 µm.

Dans l'exemple de la figure 3, la surface arrière de la lentille est aussi traitée, à l'exception des surfaces des inserts ou des surfaces par lesquelles passe la lumière projetée. Dans la configuration la plus simple, l'atténuation sur la face avant et sur la face arrière sont identiques. Ceci permet une même atténuation des images parasites obtenues par réflexion sur les surfaces avant et arrière; il peut à l'évidence en être autrement, notamment si l'une des images parasites est moins gênante du fait de la constitution de la lentille, ou de la focalisation de la source.

Des exemples de traitement de surface adaptés sont donnés dans la suite de la description.

Le fonctionnement de la lentille de la figure 3 est le suivant. Comme le montre sur la figure le rayon 30, la lumière provenant de la source pénètre dans le premier insert, sans traverser la partie traitée de la surface arrière; elle ressort de la lentille par le deuxième insert, sans non plus traverser la surface traitée. Le traitement de la surface avant ou de la surface arrière, voire des deux, est sans incidence sur la lumière projetée qui forme l'image principale.

La lumière ambiante 34 traversant la lentille autour des inserts subit une atténuation du fait de la traversée de la surface avant du verre, et de la partie de la surface arrière qui est traitée.

La figure 4 est identique à la figure 3, mais elle montre les rayons se réfléchissant sur les surfaces avant et arrière de la lentille. Comme le montre le rayon référencé 36, la lumière provenant de la source forme une image parasite après réflexion sur la surface avant 32. Elle subit donc une atténuation fonction de l'absorption provoquée par le traitement de surface. De la même façon, le rayon 38 forme une image parasite après réflexion sur la surface arrière 24, dans la partie traitée. L'image parasite formée après réflexion sur la surface arrière est donc aussi atténuée. Sur cette figure, par souci de clarté, le chemin optique correspondant au trajet dans l'insert 26 a été déplié et la position de la source s'en trouve donc modifiée.

La figure 5 est une vue à plus grande échelle d'une partie de la figure 4, qui montre la réflexion des rayons provenant de la source de projection sur les surfaces

avant et arrière de la lentille; la figure montre l'exemple d'un traitement absorbant appliqué sur une faible épaisseur sur chaque surface de la lentille. On note respectivement  $T_1$  et  $T_2$  les coefficients de transmission d'une lumière en incidence normale sur la surface avant de la lentille et sur la surface arrière de la lentille. On

5 note respectivement  $\theta_1$  et  $\theta_2$  l'angle d'incidence de la lumière formant l'image avant et l'image arrière. Du fait de la configuration de la lentille, ces angles d'incidence sont en moyenne supérieurs à  $60^\circ$ , et souvent proches de  $90^\circ$ . Il est connu pour un traitement absorbant avec un coefficient linéique d'absorption donné que l'absorption est une fonction exponentielle du produit de l'absorption linéique par la distance

10 parcourue dans le matériau. Par rapport à la lumière en incidence normale, un rayon se propageant dans la lentille et se réfléchissant sur la surface de la lentille avec un angle d'incidence  $\theta_1$  traverse deux fois la couche absorbante, en parcourant une distance qui est le rapport de l'épaisseur de la couche absorbante au cosinus de l'angle d'incidence  $\theta_1$ . L'absorption subie par un tel rayon s'écrit donc

$$15 \quad T = T_1 \frac{2}{\cos \theta_1}$$

De la même façon, un rayon se réfléchissant sur la surface arrière de la lentille subit une absorption

$$T = T_2 \frac{2}{\cos \theta_2}$$

Il est donc possible, notamment du fait du fort angle d'incidence de la lumière

20 d'appliquer une forte atténuation à la lumière formant les images parasites, sans pour autant pénaliser la transmission de la lumière ambiante à travers la lentille. L'exemple des figures 3 à 5 permet ainsi de limiter la gêne provoquée par les images parasites.

La lentille des figures permet donc d'atténuer les images parasites, tout en

25 transmettant les images ambiantes. La lentille peut toujours transmettre les images, ou permettre une vision en transmission.

Dans l'exemple des figures 3 à 5, le traitement est appliqué sur la surface

30 arrière de la lentille, à l'exception du lieu de passage de la lumière de l'image projetée. Il est possible d'appliquer aussi le traitement sur le lieu de passage de la lumière de l'image projetée, ou sur un seul des inserts. Le tableau ci-dessous donne les valeurs de transmission pour l'image principale, l'image avant, l'image arrière et la lumière ambiante, dans différents cas d'application du traitement. On reste dans l'exemple de calcul d'absorption proposé plus haut. Les atténuations dérivent à l'évidence des valeurs de transmission proposées.



Tableau 1

	Image projetée	Image avant	Image arrière	Lumière ambiante transmise
Exemple 1	1	$T = T_1 \frac{1}{\cos \theta_1}$	$T = T_2 \frac{1}{\cos \theta_2}$	$T_1 \cdot T_2$
Exemple 2	1	1	$T = T_2 \frac{1}{\cos \theta_2}$	$T_2$
Exemple 3	1	$T = T_1 \frac{1}{\cos \theta_1}$	1	$T_1$
Exemple 4	$T_2$	$T = T_2 \cdot T_1 \frac{1}{\cos \theta_1}$	$T = T_2^{1 + \frac{1}{\cos \theta_2}}$	$T_1 \cdot T_2$
Exemple 5	$T_2^2$	$T = T_2^2 \cdot T_1 \frac{1}{\cos \theta_1}$	$T = T_2^{2 + \frac{1}{\cos \theta_2}}$	$T_1 \cdot T_2$
Exemple 6	$T_2$	$T_2$	$T = T_2^{1 + \frac{1}{\cos \theta_2}}$	$T_2$
Exemple 7	$T_2^2$	$T_2^2$	$T = T_2^{2 + \frac{1}{\cos \theta_2}}$	$T_2$
Exemple 8	$T_2$	$T_2$	$T = T_2^{1 + \frac{1}{\cos \theta_2}}$	$T_2$
Exemple 9	$T_2$	$T = T_2 \cdot T_1 \frac{1}{\cos \theta_1}$	$T = T_2^{1 + \frac{1}{\cos \theta_2}}$	$T_1 \cdot T_2$

L'exemple 1 est celui de la figure 3. L'exemple 2 est identique à celui de la figure 3, mais sans traitement sur la surface avant. L'exemple 3 est identique à celui de la figure 3, mais sans traitement sur la surface arrière. L'exemple 4 est identique à celui de la figure 3, mais avec un traitement sur le premier insert. L'exemple 5 est identique à celui de la figure 3, mais avec un traitement sur les deux inserts. L'exemple 6 est celui d'un traitement sur la surface arrière, sauf sur le deuxième insert, mais pas de traitement sur la surface avant. L'exemple 7 est celui d'un traitement sur la toute la surface arrière, sans traitement de la surface avant. L'exemple 8 est celui d'un traitement sur la surface arrière, sauf sur le premier insert, sans traitement sur la surface avant. L'exemple 9 est celui d'un traitement sur la surface arrière, sauf sur le premier insert et d'un traitement sur la surface avant. Ce dernier exemple est particulièrement avantageux pour les lentilles permettant aussi aux utilisateurs de voir la scène ambiante à travers les inserts ; dans ce cas, on obtient une image ambiante qui présente en tout point la même atténuation.

Ces exemples montrent qu'il est possible de choisir, en fonction des circonstances et de l'allure de la lentille, l'atténuation appliquée à l'image avant, à l'image arrière ou à l'image ambiante, par rapport à l'atténuation appliquée à l'image projetée. Bien entendu, on pourrait appliquer d'autres traitements, et calculer différemment la transmission, du fait de la nature du traitement; il n'en resterait pas moins possible de modifier les atténuations relatives des différentes images.

Dans l'exemple qui précède, la lentille est une lentille du type "see-through" ("voir à travers" en traduction littérale en langue française) dans laquelle l'image ambiante se forme autour des inserts. Il est aussi possible d'appliquer un traitement

absorbant à des lentilles "see-around" ("voir autour" en traduction littérale en langue française) dans laquelle l'image ambiante est formée à travers les inserts.

Dans l'exemple, on a négligé la pénétration du pigment au-delà de la zone de pénétration considérée; cette pénétration peut entraîner une atténuation de l'image principale. Cette atténuation reste toutefois faible par rapport à l'atténuation des images parasites lors de la réflexion. En outre, cette atténuation s'applique en fait à toutes les images formées à travers la lentille. Il est donc légitime de la négliger. En tout état de cause, la valeur de cette atténuation peut être prévue : en effet, la façon suivant laquelle la densité d'absorption varie en fonction de la profondeur de pénétration est connue et une modélisation optique du système permet d'en déduire la perte de flux sur l'image projetée. On a aussi négligé le coefficient de transmission des inserts. De nouveau, le même raisonnement s'applique; la seule incidence pourrait être de changer la brillance de l'image projetée par rapport à l'image ambiante. Cette brillance est en tout état de cause réglée par d'autres moyens – intensité de la source, etc.

On donne maintenant des exemples de traitement de surface, qui peuvent permettre d'atténuer la lumière se réfléchissant sur la surface depuis l'intérieur de la lentille.

Pour ce qui est des verres organiques, les pigments peuvent être de type ionique et peuvent être choisis en fonction de la structure chimique de la matrice polymère. A titre d'exemple, on a utilisé les pigments fournis par la Société BPI ("Brain Power Incorporated") domiciliée à Miami en Floride, pour une matrice polymère du type indiqué ci-dessous. La coloration peut s'effectuer par trempage dans un bain de colorant, à une température donnée T, pendant une durée donnée t. La profondeur de pénétration d dépend essentiellement de la nature du pigment. La profondeur de pénétration peut aussi dépendre de la durée de trempage, ainsi que du matériau constituant la lentille. L'avantage d'un tel mode de formation du traitement de surface est aussi de permettre facilement de masquer les inserts ou toute autre partie de la lentille.

#### Exemple 1

Le pigment est appliqué à une lentille organique obtenue par polymérisation du diallylcarbonate de diéthylèneglycol: Un premier pigment est le pigment noir vendu sous la référence "black BPI". Le bain est à une température T de 92°C et l'immersion dure de 1 à 3mn. La profondeur de pénétration du pigment est de l'ordre de 10µm. Un autre essai avec le pigment rouge vendu sous la référence "red BPI", pour une même température de bain et une même durée d'immersion conduit à une profondeur de pénétration de 50 µm. Dans cet exemple, on constate que pour un

même matériau, dans les mêmes conditions de température, la profondeur d de pénétration du pigment dépend essentiellement du choix du pigment.

#### Exemple 2

5 Le pigment est appliqué à une lentille organique à base de diméthacrylate de tétra(éthoxy)bisphénol A; les deux pigments mentionnés ci-dessus sont appliqués avec une durée d'immersion de 1 à 3 mn. Les profondeurs de pénétration sont identiques.

#### Exemple 3

10 Le pigment est appliqué à une lentille à base de polythiouréthane d'indice 1,6. Le pigment utilisé est celui vendu sous la référence "black BPI". La température d'immersion T est de 92°C et l'immersion dure environ 2 h pour une profondeur de pénétration de l'ordre de 10 µm. De façon générale, on privilégiera un pigment ayant une profondeur de pénétration la plus faible possible de façon à minimiser le risque d'atténuation de l'image projetée.

15 Selon un autre mode de réalisation, le traitement absorbant prévu sur la surface de la lentille peut être réalisé en appliquant sur cette surface une couche additionnelle susceptible d'être colorée. Une couche mince de vernis contenant des pigments absorbants peut, par exemple, être déposée à la surface de la lentille.

20 Il est alors nécessaire, pour le choix du matériau de la couche additionnelle, de tenir compte de l'indice de réfraction du matériau de la lentille. Les valeurs des indices de réfraction de l'une et de l'autre sont préférentiellement proches, idéalement égales.

Un tel traitement convient aussi bien pour des lentilles en matière organique que pour des lentilles en matière minérale

25 Les tableaux qui suivent fournissent des mesures expérimentales de l'atténuation des images parasites, effectuées sur une lentille présentant la configuration de la figure 3, et sur une lentille présentant une configuration analogue, mais sans traitement des surfaces. Le traitement utilisé dans l'exemple est un traitement du type «black BPI». Les mesures sont effectuées à l'aide d'un  
30 photomètre imageur, sur plusieurs images, en procédant à chaque image à plusieurs lectures. Le tableau 2 donne les résultats pour une lentille n'ayant pas subi de traitement, et le tableau 3 donne les résultats pour une lentille du type de la figure 3.

Tableau 2

Lentille non teintée	1 <sup>ère</sup> lecture	2 <sup>ème</sup> lecture	Moyenne des mesures	Rapport d'intensité
Image parasite « de gauche »	3296	4655	2155.52	66%
	1018	1541		
	1169	1253		
Image principale	3296	3076	3263.35	100%
	3784	4055		
	2870	2500		
Image parasite « de droite »	2870	2333	2484.21	76%
	3076	2679		
	1770	2177		

Tableau 3

5

Lentille teintée	1 <sup>ère</sup> lecture	2 <sup>ème</sup> lecture	Moyenne des mesures	Rapport d'intensité
Image parasite « de gauche »	256	294	236.02	10%
	181	239		
	208	239		
Image principale	1541	1770	2282.99	100%
	3531	2870		
	1652	2333		
Image parasite « de droite »	181	169	174.02	8%
	158	208		
	147	181		

	Différence entre les rapports : (Non teinté)-(Teinté)	Rapport d'intensité (Teinté)/(Non teinté)
Image parasite « de gauche »	56%	11%
Image principale	0%	70%
Image parasite « de droite »	68%	7%

La comparaison des résultats des deux tableaux montre que l'intensité de l'image parasite passe de 60 à 70 % de l'image principale à environ 10% de l'image principale. On note aussi que l'intensité de l'image principale est également réduite d'environ 30% dans le tableau 3 par rapport à la mesure du tableau 2; comme indiqué  
5 plus haut, ceci peut être provoqué par une pénétration trop important du pigment au-delà de la surface. Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisations décrits à titre d'exemple; ainsi, on peut prévoir des inserts autres que ceux des exemples. Les inserts peuvent notamment comprendre des prismes miroités, des cubes semi-transparents à séparation de polarisation, des lames quart d'onde ou  
10 des miroirs de Mangin. Ces inserts peuvent être formés par dépôt de couches minces constituant des traitements optiques sur des éléments minéraux ou organiques. On peut notamment citer les lentilles diffractives ou les composants holographiques.

Dans l'exemple des figures, les inserts sont moulés dans la lentille pour former un ensemble monobloc; il est aussi possible d'appliquer un traitement de surface à  
15 des lentilles assemblées et non pas à des lentilles moulées.

Selon une variante, on peut appliquer un traitement de surface préalable aux inserts. Ce traitement est par exemple appliqué sur les surfaces des inserts qui doivent ensuite être placées dans l'alignement des surfaces traitées de la lentille. Le procédé peut ensuite comprendre les étapes suivantes : un insert préalablement traité  
20 est monté sur la lentille, puis on traite les surfaces 24 et 32 en masquant éventuellement les différentes surfaces de l'insert.

On peut aussi utiliser d'autres techniques de masquage pour assurer que le traitement ne s'étend pas sur les inserts.

REVENDICATIONS

1. Une lentille ophtalmique présentant au moins un insert (26, 28) de projection vers l'œil de l'utilisateur adapté à recevoir une lumière se propageant dans la lentille, la lentille présentant sur au moins une surface un traitement atténuant la lumière se réfléchissant sur la dite surface depuis l'intérieur de la lentille.  
5
2. La lentille de la revendication 1, caractérisée en ce que le traitement s'étend sur la surface de la lentille opposée à l'utilisateur.  
10
3. La lentille de la figure 1 ou 2, caractérisée en ce que le traitement s'étend sur la surface de la lentille dirigée vers l'utilisateur.
4. La lentille de la figure 1, 2 ou 3, caractérisée en ce que le traitement ne s'étend pas sur la partie de la surface de la lentille par laquelle la lumière provenant de l'insert est projetée vers l'utilisateur.  
15
5. La lentille de l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce qu'elle présente un insert de réception adapté à recevoir une lumière provenant de l'extérieur de la lentille pour la projeter vers l'insert de projection.  
20
6. La lentille de la revendication 5, caractérisée en ce que le traitement ne s'étend pas sur la partie de la surface de la lentille par laquelle la lumière provenant de l'extérieur de la lentille pénètre dans la lentille.  
25
7. La lentille de la revendication 6, caractérisée en ce que le traitement est un traitement de pigmentation de la lentille au voisinage de sa surface.
8. La lentille de la revendication 7, caractérisée en ce que le traitement de pigmentation s'effectue sur une profondeur inférieure à 50  $\mu\text{m}$  à partir de la surface.  
30
9. La lentille de la revendication 8, caractérisée en ce que le traitement de pigmentation s'effectue sur une profondeur de 10 à 50  $\mu\text{m}$  à partir de la surface.  
35
10. La lentille de l'une des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que le traitement est une couche additionnelle apportée sur la surface.

11. La lentille de la revendication 10, caractérisée en ce que la couche additionnelle est colorée.

12. Un procédé pour diminuer l'intensité relative des images parasites dans une lentille ophtalmique présentant au moins un insert (26, 28) de projection vers l'œil de l'utilisateur adapté à recevoir une lumière se propageant dans la lentille, le procédé comprenant l'application sur au moins une surface de la lentille d'un traitement atténuant la lumière se réfléchissant sur la dite surface depuis l'intérieur de la lentille.

10

13. Le procédé de la revendication 12, caractérisé en ce que l'application s'effectue sur la surface de la lentille opposée à l'utilisateur.

14. Le procédé de la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce que l'application s'effectue sur la surface de la lentille dirigée vers l'utilisateur.

15. Le procédé de la revendication 12, 13 ou 14 caractérisé en ce que l'application ne s'effectue pas sur la partie de la surface de la lentille par laquelle la lumière provenant de l'insert est projetée vers l'utilisateur.

20

16. Le procédé de la revendication 15, caractérisé en ce qu'il comprend avant l'étape d'application une étape de masquage de la partie de la surface de la lentille par laquelle la lumière provenant de l'insert est projetée vers l'utilisateur.

17. Le procédé de la revendication 16, caractérisé en ce qu'il comprend après l'étape d'application une étape de démasquage de la partie de la surface de la lentille par laquelle la lumière provenant de l'insert est projetée vers l'utilisateur.

18. Le procédé de l'une des revendications 12 à 17, caractérisé en ce que la lentille présente un insert de réception adapté à recevoir une lumière provenant de l'extérieur de la lentille pour la projeter vers l'insert de projection et que l'application ne s'effectue pas sur la partie de la surface de la lentille par laquelle la lumière provenant de l'extérieur de la lentille pénètre dans la lentille.

19. Le procédé de la revendication 18, caractérisé en ce qu'il comprend avant l'étape d'application une étape de masquage de la partie de la surface de la lentille par laquelle la lumière provenant de l'extérieur de la lentille pénètre dans la lentille.

35

20. Le procédé de la revendication 19, caractérisé en ce qu'il comprend après l'étape d'application une étape de démasquage de la partie de la surface de la lentille par laquelle la lumière provenant de l'extérieur de la lentille pénètre dans la  
5 lentille.

21. Le procédé de l'une des revendications 12 à 20, caractérisé en ce que le traitement est un traitement de pigmentation de la lentille au voisinage de sa surface.  
10

22. Le procédé de la revendication 21, caractérisé en ce le traitement de pigmentation s'effectue sur une profondeur inférieure à 50µm à partir de la surface.

23. Le procédé de la revendication 22, caractérisé en ce le traitement de pigmentation s'effectue sur une profondeur de 10 à 50 µm à partir de la surface.  
15

24. Le procédé de l'une des revendications 21 à 23, caractérisé en ce le traitement de pigmentation s'effectue par immersion de la lentille dans un bain de pigment.  
20

25. Le procédé de l'une des revendications 12 à 20, caractérisé en ce que l'étape d'application du traitement comprend l'application d'une couche additionnelle.

26. Le procédé de la revendication 25, caractérisé en ce que la couche additionnelle est colorée.  
25

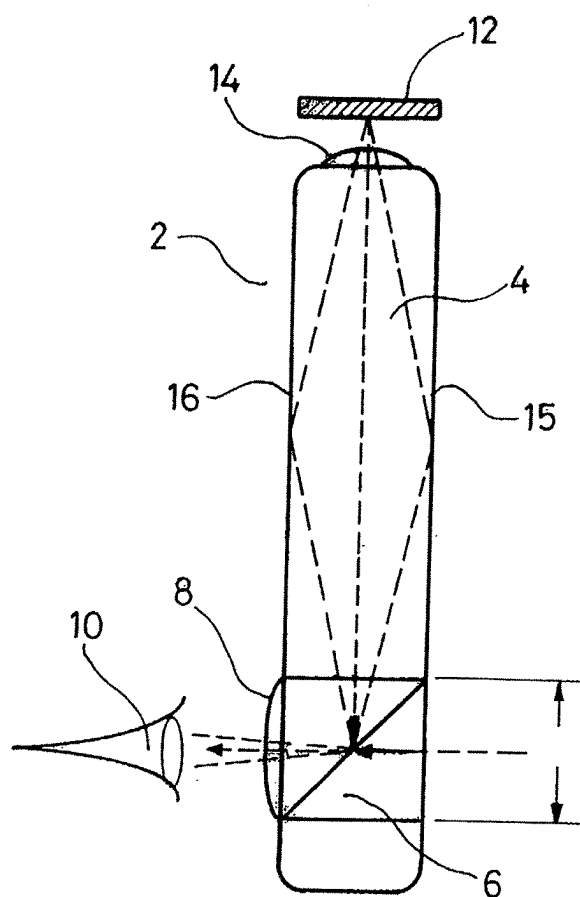
27. Le procédé de l'une des revendications 12 à 26, caractérisé en ce que :  
- le traitement de surface est appliqué à une surface de l'insert ;  
30 - et en ce que le procédé comprend en outre l'étape de montage de l'insert sur la lentille.

28. Le procédé de la revendication 27, caractérisé en ce que :  
- il comprend en outre une étape ultérieure de masquage des surfaces de l'insert traitées ;  
35 - le traitement de surface est ensuite appliqué à la lentille.

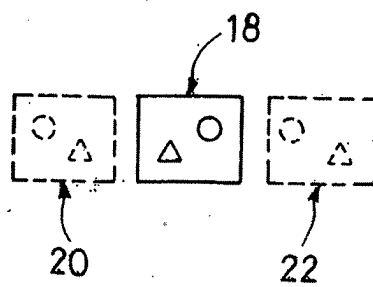


172

FIG\_1

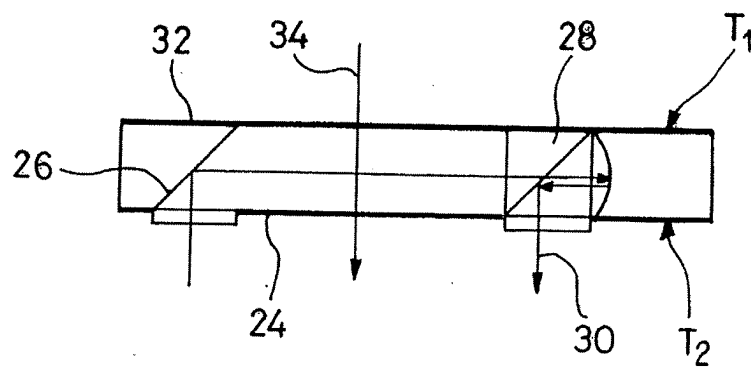


FIG\_2

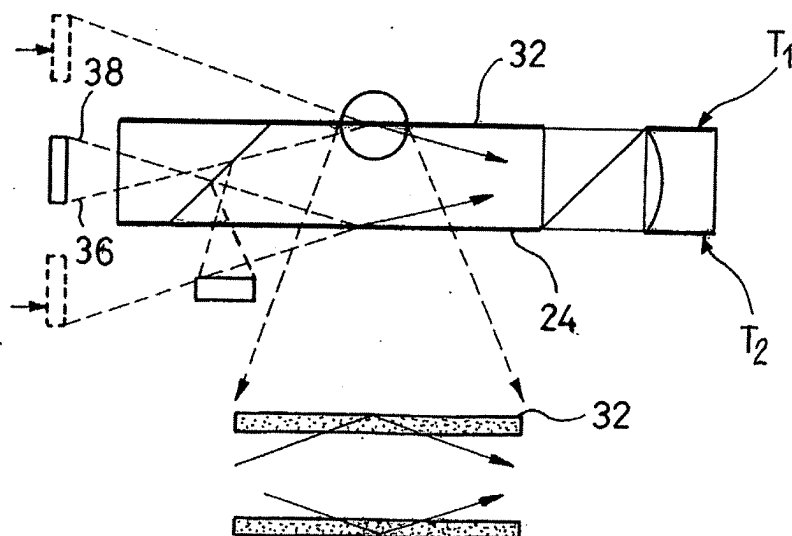


2/2

FIG\_3



FIG\_4



FIG\_5